

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3144823 A1

⑤ Int. Cl. 3:  
G01 B 11/26

⑳ Aktenzeichen:  
㉔ Anmeldetag:  
㉕ Offenlegungstag:

P 31 44 823.2-52  
11. 11. 81  
26. 5. 83

㉑ Anmelder  
Erwin Sick GmbH Optik Elektronik, 7808 Waldkirch, DE

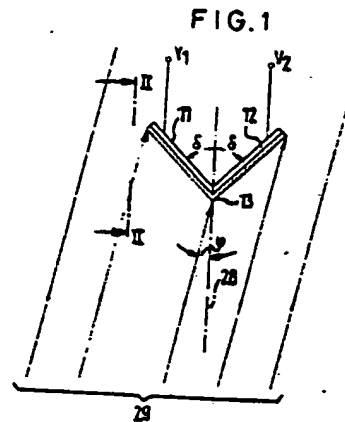
㉒ Erfinder  
Walter, Arthur, Dipl.-Ing. Dr., 7808 Waldkirch, DE

Behördeneigentum

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Photo-elektronisches Lichteinfalls-Winkelmeßgerät

Ein photo-elektronisches Lichteinfalls-Winkelmeßgerät weist zwei ebene Wandler (11, 12) auf, die unter einem Winkel zueinander angeordnet sind, und mit ihren einander zugewandten Enden aneinander liegen sowie an eine Auswerteschaltung angeschlossen sind. Die Auswerteschaltung umfaßt eine an die Wandler (11, 12) angeschlossene, die Differenz ( $V_1 - V_2$ ) der beiden Ausgangssignale der Wandler (11, 12) bildende Differenzbildungsstufe (14). (31 44 823)



DE 3144823 A1

DE 3144823 A1

3144823

11.11.81

EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

MANITZ, FINSTERWALD & GRÄMKOW

Erwin Sick GmbH  
Optik-Elektronik  
Sebastian-Kneipp-Str. 1

7808 Waldkirch

DEUTSCHE PATENTANWÄLTE  
DR. GLEIHART MANITZ, DIPL. PHYS.  
MANFRED FINSTERWALD, DIPL. ING., DIPL. WIRTSCH. ING.  
WILHELM GRÄMKOW, DIPL. ING.  
DR. HILFRIED HEYN, DIPL. CHIM.  
HANS-JÜRGEN ROTERMUND, DIPL. PHYS.

BRITISH CHARTERED PATENT AGENT  
JAMES G. MORGAN, B.Sc. (PHYS.), D.M.S.

ZUGELASSENE VERMITTLER BEI DER DEUTSCHEN PATENTANWÄLTE  
HILFRIED HEYN, DIPL. CHIM., PATENTANWÄLT  
MANDATAIRES AUPRÈS DES TRIBUNAUX DE PATENTES ET DE BREVETS

München, den

S/Ha-S 3786

---

Photo-elektronisches Lichteinfalls-Winkelmeßgerät

---

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Photo-elektronisches Lichteinfalls-Winkelmeßgerät mit wenigstens einem photo-elektronischen Wandler, der in Abhängigkeit vom Lichteinfallswinkel über eine Auswerteschaltung ein elektrisches Ausgangssignal abgibt, welches für den Lichteinfallswinkel repräsentativ ist, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei vorzugsweise ebene Wandler (11, 12) unter einem Winkel ( $2\delta$ ) zueinander angeordnet sind und mit ihren einander zugewandten Enden beieinander, insbesondere nahe beieinander und vorzugsweise aneinanderliegen sowie an die Auswerteschaltung angeschlossen sind.

2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung eine an die Wandler (11, 12) angeschlossene, die Differenz ( $V_1 - V_2$ ) der beiden Ausgangssignale der Wandler (11, 12) bildende Differenzbildungsstufe (14) umfaßt.
3. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung eine an die Wandler (11, 12) angeschlossene, den Quotienten ( $V_1/V_2$ ) der beiden Ausgangssignale der Wandler (11, 12) bildende Quotientenbildungsstufe (34) umfaßt.
4. Gerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung außerdem eine an die Wandler (11, 12) angeschlossene, die Summe ( $V_1 + V_2$ ) der beiden Ausgangssignale bildende Summenbildungsstufe (15) umfaßt.
5. Gerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgänge der Differenz- und Summenbildungsstufe (14, 15) an eine Quotientenbildungsstufe (16) angeschlossen sind.
6. Gerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang der Quotientenbildungsstufe (16) über einen Verstärker (17) mit einem dem  $\tan \delta$  entsprechenden Verstärkungsfaktor an die Ausgangsklemme (18) angeschlossen ist.
7. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehr als zwei Wandler (11, 12, 19, 20) über Eck angeordnet und jeweils zwei benachbarte Wandler in der beschriebenen Weise zusammengeschaltet sind.

8. Gerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß vier Wandler (11, 12, 19, 20) vorgesehen sind, deren Ebenen zusammen ein Quadrat bilden (Fig. 6).
9. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils zwei zusammengeschaltete rechteckige Wandler (11, 12, 19, 20) entlang der Geraden (13) einander berühren oder naheliegen.
10. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils zwei zusammengeschaltete Wandler (11, 12) auf gegenüberliegenden Flächen (21) einer insbesondere viereckige Pyramide (22) angeordnet sind.
11. Gerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwei derartige Pyramiden (22) mit ihren Grundflächen aneinanderliegen.
12. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es in einer Nachführvorrichtung für einen Sonnenkollektor verwendet wird, in dem das Meßgerät an dem Sonnenkollektor befestigt ist und ihn so nachführt, daß sein Ausgangssignal vorzugsweise Null bleibt.
13. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß er als Indikator für die Anwesenheit eines Lichtstrahles in einer bestimmten Position verwendet wird.
14. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß er bei einem Abstandsmesser verwendet wird, in dem ein Lichtbündel (23) von einer Lichtquelle (24) über eine im unbekannten Abstand (h) vorhandene reflektierende Oberfläche (25) zu den zwei über Eck angeordneten Wandlern

(11, 12) reflektiert wird und aus den beiden Ausgangssignalen ( $V_1$ ,  $V_2$ ) der Wandler (11, 12) sowie der Basis (26) und dem Winkel ( $\alpha_0$ ) der Wandleranordnung zur Basis (26) der unbekannte Abstand (h) ermittelt wird.

15. Gerät nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel ( $\alpha_0$ ) der Wandleranordnung zur Basis (26) und der halbe Winkel ( $\delta$ ) zwischen den Wandlern (11, 12) gleich sind.
16. Gerät nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel ( $\alpha_0$ ) der Wandleranordnung (11, 12) zur Basis (26)  $45^\circ$  und der Winkel ( $2\delta$ ) zwischen den Wandlern (11, 12)  $90^\circ$  beträgt.
17. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei zusammengesetzten Wandler (11, 12) statt unter einem Winkel in einer Ebene angeordnet sind und entlang ihrer Grenzlinie (13') eine auf der Ebene senkrecht stehende Wand (27) angeordnet ist.
18. Gerät nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß zwei derartige Abstandsmeßanordnungen zur Erfassung der gleichen Oberfläche (25) verwendet werden, sofern diese nicht parallel zur Basis (26) verläuft.
19. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor einem oder mehreren Wandlern Prismen angeordnet sind, wobei die Wandler zueinander geneigt oder in einer Ebene liegen können.

3144823

11.11.81

- 5 -

20. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel ( $2\delta$ ) zwischen je zwei benachbarten Wandlern (11, 12, 19, 20) 70 bis  $110^\circ$ , vorzugsweise 80 bis  $100^\circ$  und insbesondere etwa  $90^\circ$  beträgt.
21. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich vor den Wandlern lichtsammelnde Elemente befinden, vorzugsweise afokale Systeme.
22. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtbündel, das auf die Wandler trifft parallel ist.

Die Erfindung betrifft ein photo-elektronisches Lichteinfallswinkelmeßgerät mit wenigstens einem photo-elektronischen Wandler, der in Abhängigkeit vom Lichteinfallswinkel über eine Auswerteschaltung ein elektrisches Ausgangssignal abgibt, welches für den Lichteinfallswinkel repräsentativ ist.

Bekannte Lichteinfallswinkelmeßgeräte haben im allgemeinen den Nachteil, daß ihr Ausgangssignal von der Grundhelligkeit des einfallenden Lichts abhängig ist, so daß Helligkeitsänderungen Änderungen des Lichteinfallswinkels vortäuschen können. Im übrigen sind die bekannten derartigen Meßgeräte relativ kompliziert aufgebaut.

Das Ziel der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, ein photoelektronisches Lichteinfallswinkelmeßgerät zu schaffen, das von äußerst einfachem Aufbau ist, gleichwohl aber ein nur vom Lichteinfallswinkel und nicht von der Grundhelligkeit abhängiges Ausgangssignal liefert <sup>und</sup> /welches eine sehr genaue Winkelanzeige erlaubt. Insbesondere soll das erfindungsgemäße Meßgerät beim Einfallswinkel Null ein Ausgangssignal Null ergeben, welches bei Abweichungen des Winkels von Null nach der einen oder anderen Seite in der einen bzw. anderen Richtung stetig zunimmt.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung vor, daß wenigstens zwei vorzugsweise ebene Wandler unter einem Winkel zueinander angeordnet sind und mit ihren einander zugewandten Enden beieinander, insbesondere nahe beieinander und vorzugsweise aneinanderliegen sowie an die Auswerteschaltung angeschlossen sind. Insbesondere ist dabei vorgesehen, daß die Auswerteschaltung <sup>eine</sup> an die Wandler angeschlossene, die Differenz der beiden Ausgangssignale der Wandler bildende Differenzbildungsstufe umfaßt.

Außerdem soll die Auswerteschaltung eine an die Wandler angeschlossene, die Summe der beiden Ausgangssignale bildende Summenbildungsstufe umfassen. Die Ausgänge der Differenz- und Summenbildungsstufe sollen an eine Quotientenbildungsstufe angeschlossen sein. Der Ausgang der Quotientenbildungsstufe ist zweckmäßigerweise über einen Verstärker mit einem dem  $\tan \delta$  entsprechenden Verstärkungsfaktor an die Ausgangsklemme angeschlossen.

Weiter kann vorgesehen sein, daß die Auswerteschaltung eine an die Wandler angeschlossene, den Quotienten der beiden Ausgangssignale der Wandler bildende Quotientenbildungsstufe umfaßt.

Aufgrund dieser Ausbildung entsteht bei symmetrischem Einfallswinkel des Lichtbündels entlang der Winkelhalbierenden der beiden Wandlerebenen das Ausgangssignal Null. Wird das Lichtbündel jetzt um die beiden Wandlerebenen gemeinsame Gerade als Achse in der einen oder anderen Richtung gekippt, so nimmt das Signal über Null zu oder unter Null ab. Zweckmäßigerweise soll das Lichtbündel die Wandleranordnung allseitig überstrahlen. Es muß auch zumindest in den die Wandler erfassenden Bereichen möglichst homogen sein.

Eine Weiterbildung der Erfindung kann so ausgestaltet sein, daß mehr als zwei Wandler über Eck angeordnet und jeweils zwei benachbarte Wandler in der beschriebenen Weise zusammengeschaltet sind. So können auch um  $90^\circ$  und mehr unterschiedliche Lichteinfallrichtungen erfaßt werden.

Insbesondere sind vier Wandler vorgesehen, deren Ebenen ein Quadrat bilden.



Um beim Schwenken eines Lichtbündels in einer Ebene die unterschiedlichen Lichteinfallswinkel erfassen zu können, genügt es, wenn jeweils zwei zusammengeschaltete rechteckige Wandler entlang der Geraden einander berühren oder naheliegen. Will man jedoch auch Winkeländerungen innerhalb eines Raumwinkels erfassen, so ist eine Anordnung zweckmäßig, bei der jeweils zwei zusammengeschaltete Wandler auf gegenüberliegenden Flächen einer insbesondere viereckigen Pyramide angeordnet sind.

Werden zwei derartige Pyramiden mit ihren Grundflächen aneinander gelegt, so kann ohne weiteres an einem bestimmten Punkt im Raum ermittelt werden, von welcher beliebigen Stelle im Raum ein Lichtbündel auf das Meßgerät auffällt.

Das erfindungsgemäße Lichteinfalls-Winkelmeßgerät läßt sich sehr universell anwenden.

Es kann z.B. in einer Nachführvorrichtung für einen Sonnenkollektor verwendet werden, indem das Meßgerät an dem Sonnenkollektor befestigt ist und ihn so nachführt, daß sein Ausgangssignal vorzugsweise Null bleibt. Hierbei wird vorteilhafterweise ausgenutzt, daß das erfindungsgemäße Meßgerät beim Einfallswinkel Null das Ausgangssignal Null ergibt, so daß eine Nachführung derart, daß das Ausgangssignal der erfindungsgemäßen Wandleranordnung Null bleibt, ohne weiteres durchgeführt werden kann.

Das erfindungsgemäße Lichteinfallsmeßgerät kann aber auch als Indikator für die Anwesenheit eines Fahrstrahles an einer bestimmten Position verwendet werden. Im Falle eines parallel zu sich selbst verschobenen Fahrstrahls ist jedoch der Nulldurchgang nur dann <sup>exakt</sup> zu ermitteln, wenn das Lichtbündel die Wandleranordnung seitlich nicht überstrahlt. Im Falle eines eine Sektorbewegung ausführenden Drehstrahls kann jedoch die beim Überstreichen der Wandleranordnung erfolgende Winkeländerung zur Ermittlung des Nulldurchganges herangezogen werden, was bevorzugt ist.

Besonders überzeugend wird das erfindungsgemäße Meßgerät bei einem Abstandsmesser verwendet, in dem ein Lichtbündel von einer Lichtquelle über eine im unbekannten Abstand vorhandene Oberfläche zu den zwei über Eck angeordneten Wandlern reflektiert wird und aus den beiden Ausgangssignalen der Wandler sowie der Basis und dem Winkel der Wandleranordnung zur Basis der unbekannte Abstand ermittelt wird. Die Oberfläche kann sowohl spiegelnd als auch diffus reflektierend sein.

Eine lediglich aus einem Quotientenbildner und einem Verstärker bestehende Abstandsauswerteschaltung wird ermöglicht, wenn der Winkel der Wandleranordnung zur Basis  $45^{\circ}$  beträgt.

Der durch die Anordnung der Wandler unter einem Winkel erzielte Effekt kann auch verwirklicht werden, wenn die zwei zusammengeschalteten Wandler in einer Ebene angeordnet sind, jedoch entlang ihrer Grenzlinie eine auf der Ebene senkrecht stehende Wand angeordnet ist. Erfindungsgemäß kommt es also darauf an, daß die beiden nebeneinander angeordneten Wandler so vom Licht beaufschlagt werden, daß bei senkrechtem Lichteinfall beide Signale gleich sind, während bei zunehmendem Schrägeinfall aus der einen oder anderen Richtung ein entsprechend zunehmendes Differenzsignal entsteht. Beim Schrägeinfall von der einen Seite soll ein positives, beim Schrägeinfall von der anderen Seite dagegen ein negatives Signal erhalten werden.

Durch die Anordnung von Prismen können die einfallenden Lichtbündel um einen vorbestimmten Betrag aus ihrer Richtung zu den Wandlern abgelenkt werden.

Die Erfindung wird im folgenden beispielsweise anhand der Zeichnung beschrieben; in dieser zeigt:

- Fig. 1        eine Ansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichteinfalls-Winkelmeßgerätes in Richtung der Schnittgeraden 13 der beiden Wandlererebenen, wobei die beiden Rückenflächen der Wandler einen Winkel von  $90^{\circ}$  einschließen und - wie bei den folgenden Ausführungsbeispielen - die photoempfindliche Schicht schraffiert angedeutet ist,
- Fig. 2        eine Ansicht nach Linie II-II in Fig. 1,
- Fig. 3        eine Ansicht analog Fig. 1 einer weiteren Ausführungsform, wobei der Winkel zwischen den Rückenflächen der Wandler  $270^{\circ}$  beträgt,
- Fig. 4        eine Ansicht nach Linie IV-IV in Fig. 3,
- Fig. 5        eine bevorzugte Schaltungsanordnung für die Verarbeitung der Ausgangssignale der Wandleranordnung nach den Fig. 1 bis 4,

- Fig. 6 eine aus vier ebenen photoelektrischen Wandlern zu einem Quadrat zusammengebaute Wandleranordnung als Lichteinfallswinkelmeßgerät für die Bestimmung des Lichteinfallswinkels von in einer Ebene aus sämtlichen Richtungen möglichen Lichteinfällen, wobei der Winkel zwischen den photoempfindlichen Flächen der Wandler jeweils  $270^{\circ}$  beträgt,
- Fig. 7 eine weitere, dem gleichen Zweck dienende Wandleranordnung mit insgesamt acht Einzelwandlern,
- Fig. 8 die Draufsicht einer Pyramide mit vier darauf angeordneten Wandlern zur Schaffung eines Lichteinfallswinkelmeßgerätes für aus dem Bereich einer Halbkugel kommende Lichtbündel,
- Fig. 9 eine Seitenansicht des Gegenstandes der Fig. 8, wobei gestrichelt eine gleichartige Pyramide angedeutet ist, die mit der in ausgezogenen Linien wiedergegebenen Pyramide bezüglich der Grundfläche zusammenfällt,
- Fig. 10 die Draufsicht einer mit dem erfindungsgemäßen Lichteinfallswinkelmeßgerät ausgestatteten Lichtbündelabtastanordnung,
- Fig. 11 eine Seitenansicht des Gegenstandes der Fig. 10,
- Fig. 12 eine Ansicht analog Fig. 10, wobei jedoch die Lichtquelle und die erfindungsgemäße Wandleranordnung in der gleichen Radialebene angeordnet sind,

- Fig. 13        eine Seitenansicht des Gegenstandes der Fig. 12,
- Fig. 14        eine ähnliche Seitenansicht wie Fig. 13, wobei jedoch bis zum Erreichen der erfindungsgemäßen Wandleranordnung mehrere Reflexionsvorgänge stattfinden,
- Fig. 15        eine Anwendung des erfindungsgemäßen Lichteinfalls-Winkelmeßgerätes bei der Abstandsmessung,
- Fig. 16        eine einfache Auswerteschaltung für den Abstandsmesser nach Fig. 15 und
- Fig. 17        eine gestreckte Wandleranordnung für ein erfindungsgemäßes Lichteinfalls-Winkelmeßgeräts.

Nach den Fig. 1 und 2 sind zwei photo-elektronische Wandler 11, 12 jeweils rechteckig eben ausgebildet und stoßen entlang einer Geraden 13 mit jeweils einer langen Seite aneinander. Die den Winkel  $2\delta$  zwischen den beiden Rückenflächen halbierende Winkelhalbierungsebene 28 definiert die Nullrichtung für die einfallenden Lichtbündel. Bei dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 und 2 beträgt der Winkel zwischen den Rückenflächen der Wandler 11, 12  $90^\circ$ . Dargestellt ist ein in der Ansicht der Fig. 1 die Wandleranordnung 11, 12 seitlich überstrahlendes Lichtbündel 29, welches unter einem Winkel  $\gamma$  zur Winkelhalbierungsebene 28 einfällt.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 3 und 4 sind die lichtempfindlichen Flächen der Wandler 11, 12 unter einem Winkel von  $90^\circ$  zueinander angeordnet, während der zwischen den Rückenflächen vorhandene Winkel  $2\delta$   $270^\circ$  beträgt.

In den Fig. 1 bis 4 sind auch die elektrischen Anschlußklemmen der Wandler 11, 12 schematisch angedeutet.

Nach Fig. 5 werden die Ausgangssignale der photoelektrischen Wandler 11, 12 parallel an eine Differenzbildungsstufe 14 und eine Summenbildungsstufe 15 angelegt, an deren Ausgang die Differenz bzw. die Summe der den auffallenden Lichtströmen proportionalen oder entsprechenden Signale  $V_1 - V_2$  bzw.  $V_1 + V_2$  anstehen. In einer anschließenden Quotientenbildungsstufe 16 wird der Quotient

$$\frac{V_1 - V_2}{V_1 + V_2}$$

gebildet. Über einen den Faktor  $\tan \delta$  mit dem aus 16 austretenden Quotientensignal multiplizierenden Verstärker 17 wird schließlich die Ausgangsklemme 18 des Lichteinfalls-Meßgerätes angesteuert. Dort erscheint ein Ausgangssignal, das unmittelbar den Tangens des zu messenden Winkels  $\varphi$  wiedergibt bzw. für den Tangens dieses Winkels  $\varphi$  repräsentativ ist. Es versteht sich, daß mit dieser Anordnung nur Winkel bis zum streifenden Auftreffen des Lichtbündels 29 auf einen der Photowandler 11, 12 gemessen werden können.

Um auch größere Winkelbereiche erfassen zu können, sind nach Fig. 6 insgesamt vier ebene, rechteckige photoelektrische Wandler 11, 12, 19, 20 über Eck im Quadrat angeordnet. Durch Zusammenschaltung jeweils zweier benachbarter photoelektrischer Wandler 11, 12 bzw. 12, 19 bzw. 19, 20 bzw. 20, 11 können die Winkel  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  bzw.  $\gamma_4$  von aus beliebigen Richtungen in der Zeichnungsebene einfallenden Lichtstrahlen relativ zu den Basisebenen 28a, 28b, 28c bzw. 28d bestimmt werden.

Die Wandleranordnung nach Fig. 7 besteht aus insgesamt vier kreuzartig angeordneten Wandleranordnungen 11, 12 gemäß

Fig. 3, wobei jede Wandleranordnung 11, 12 an eine Schaltung entsprechend Fig. 5 angeschlossen ist. Auch auf diese Weise können die Lichteinfallswinkel relativ zu den Basisebenen 28a, 28b, 28c und 28d in der Ebene der Fig. 7 bestimmt werden.

Um Lichteinfallswinkel von Lichtbündeln zu bestimmen, die aus dem Bereich einer die Zeichnungsebene überspannenden Halbkugel zur Wandleranordnung gelangen, kann nach Fig. 8 eine mit Wandlern 11, 12 belegte viereckige Pyramide vorgesehen werden, deren Seitenflächen die mit einer Ecke zur Pyramidenspitze weisenden Wandler 11, 12 tragen. Fig. 9 zeigt die Pyramide 22 mit einer der Seitenflächen 21 in Seitenansicht. In Fig. 9 ist auch noch eine gleichartige Pyramide 22 gestrichelt dargestellt, welche mit ihrer Grundfläche an der in ausgezogenen Linien dargestellten Pyramide 22 anliegt. Benachbarte Wandler 11, 12 können wieder nach Art der Fig. 5 zusammengeschaltet werden, wodurch beim Vorsehen von zwei Pyramiden 22 gemäß Fig. 9 Lichteinfallsrichtungen aus dem gesamten Raum erfaßt werden können.

Nach den Fig. 10, 11 beaufschlagt eine Lichtquelle 30, die auch Kondensoren oder sonstige Linsen umfassen kann, einen um eine Achse 31 sich drehenden oder schwingenden Spiegel 32. Dieser wirft das Licht in der in den Fig. 10 und 11 dargestellten Winkellage auf eine erfindungsgemäße Wandleranordnung 11, 12, bei der die beiden Wandler 11, 12 analog Fig. 1, 2 unter einem Winkel von  $90^\circ$  angeordnet sind. Die Verbindungsgerade 13 der beiden Wandler 11, 12 verläuft parallel zur Drehachse 31. Die Lichtquelle 30 und die Wandleranordnung 11, 12 liegen in Axialrichtung in gleicher Höhe (Fig. 11), sind aber bezüglich der Drehachse 31 winkelfersetzt (Fig. 10). Die Winkelhalbierungsebene 28 enthält die Drehachse 31 im wesentlichen.

Die Wandler 11, 12 sind wieder an eine Schaltung ähnlich der nach Fig. 5 angeschlossen. Soll nur der Nullpunkt bekannt werden, so genügt ein Differenzverstärker, der  $V_1 - V_2 = 0$  meldet.

Beim Drehen des Spiegelrades in Richtung des Pfeiles F fällt das Lichtbündel 29 in irgendeinem Zeitpunkt praktisch unter den Winkel Null auf die Wandleranordnung 11, 12 auf, so daß an der Schaltung nach Fig. 5 ein Ausgangssignal Null entsteht, welches als Maß für den Nulldurchgang des Lichtbündels 29 bei seiner Abtastbewegung herangezogen werden kann.

Während bei dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 10, 11 die Lichtquelle 30 und die Wandleranordnung 11, 12 relativ zur Achse 31 zwar in gleicher Höhe, jedoch nebeneinander liegen, ist bei der Ausführungsform nach Fig. 12, 13 vorgesehen, daß die Lichtquelle 30 und die Wandleranordnung 11, 12 in der gleichen Radialebene jedoch übereinander angebracht sind. Auch mit dieser Anordnung kann der Nulldurchgang des Lichtbündels 29 bezüglich der Wandleranordnung 11, 12 während dessen Abtastvorganges bestimmt werden.

Der Winkel, unter dem in der Ansicht der Fig. 13 das Lichtbündel der Lichtquelle 30 auf den Spiegel 32 auffällt, ist mit  $\alpha$  bezeichnet.

Durch Verlängerung des Spiegels 32 in Axialrichtung und Anordnung eines Planspiegels 33 im Abstand parallel dazu (Fig. 14) kann das von der Lichtquelle 30 ausgehende Lichtbündel auf einem Zick-Zack-Weg mehrmals zwischen den Spiegeln 32 und 33 hin- und herreflektiert werden, um erst dann auf die erfindungsgemäße Wandleranordnung 11, 12 zu fallen. Anstelle der Anordnung nach Fig. 1 kann auch die nach Fig. 3 verwendet werden.

Bei der Anwendung der erfindungsgemäßen Wandleranordnung 11, 12 zur Abstandsmessung (Fig. 15) werden eine Lichtquelle 24 und die erfindungsgemäße Wandleranordnung 11, 12 gemäß Fig. 1 oder 3 an den Enden einer Basislinie 26 angeordnet, deren Abstand von einem auf ihrer Mittelsenkrechten befindlichen Planspiegel 25 bestimmt werden soll.



Der Abstand  $h$  kann bei Bekanntsein der Höhe  $h_0$  (d.i. die Länge der Mittelsenkrechten von der Basis 26 bis zum Schnittpunkt mit der Winkelhalbierungsebene 28), der Länge  $a$  der beiden Basishälften sowie des Winkels  $\alpha_0$  zwischen der Basis 26 und der Winkelhalbierungsebene 28 und der Ausgangssignale  $V_1$  und  $V_2$  der beiden Wandler 11, 12 nach folgender Formel bestimmt werden:

$$\frac{h - h_0}{a} = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \cdot \frac{1}{\sin 2\alpha_0} = \left( \frac{V_1}{V_2} - 1 \right) \frac{1}{\sin 2\alpha_0}$$

Eine erhebliche Vereinfachung dieses Ausdruckes ergibt sich, wenn  $\alpha_0 = 45^\circ$  gewählt wird. Dann wird  $h_0 = h$ . Der unbekannte Abstand  $h$  kann dann einfach nach folgender Formel bestimmt werden

$$h = h_0 \frac{V_1}{V_2}$$

Fig. 16 zeigt eine einfache Rechenschaltung, bei der die Wandler 11, 12 an eine Quotientenbildungsstufe 34 angeschlossen sind, der ein Verstärker 35 folgt, in dem eine Multiplikation mit dem Faktor  $h_0$  erfolgt. Am Ausgang des Verstärkers 35 liegt dann ein Signal vor, das für den unbekannten Abstand  $h$  repräsentativ ist.

Nach Fig. 17 läßt sich eine Winkelmessung auch mit zwei gestreckt in einer Ebene angeordneten photoelektrischen Wandlern 11, 12 durchführen, sofern entlang ihrer Grenzlinie 13' eine vertikale Wand 27 mit der Höhe  $H$  angeordnet ist.

Der Tangens des Winkels  $\varphi$  ergibt sich dann aus der folgenden Beziehung

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{L}{H} \cdot \frac{V_1 - V_2}{V_1}$$

Wird die Breite L der photoelektrischen Wandler 11, 12 gleich der Höhe H der Wand 27 gewählt, so ergibt sich der Tangens des Winkels  $\varphi$  einfach durch die Beziehung

$$\frac{V_1 - V_2}{V_1},$$

was durch eine einfache Rechenschaltung verwirklicht werden kann.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 15 muß die Oberfläche 25 spiegelnde Eigenschaften haben.

Die Lichtquelle 24 könnte auch in der Mitte der Basis 26 angebracht sein und senkrecht nach unten strahlen, wenn die Oberfläche 25 diffus reflektiert. Dies hätte den Vorteil, daß das Bilden des abgestrahlten Lichtbündels auf besonders einfache Weise erreicht wird. An der Stelle der Lichtquelle 24 in Fig. 15 könnte dann eine weitere Wandleranordnung 11, 12 vorgesehen sein, wobei die Wandler 11-11 bzw. 12-12 auch parallelgeschaltet sein können. Dies bietet sich insbesondere an, wenn die Fläche 25 nicht parallel zur Basis 26 ist und der Abstand dennoch genau gemessen werden soll.

Zwei weitere Wandleranordnungen 11, 12 können bevorzugt in entsprechender Schaltung zusätzlich in der Ebene 26 so angeordnet sein, daß sie auf einem Kreis um den Fußpunkt von  $h_0$ , an dem die Lampe sitzt, mit dem Radius  $a$  um  $90^\circ$  versetzt zu den beiden anderen Wandleranordnungen 11, 12 liegen.

-18-  
Leerseite

3144823

Nummer: 3144823  
 Int. Cl.<sup>3</sup>: G01B 11/26  
 Anmeldetag: 11. November 1981  
 Offenlegungstag: 26. Mai 1983

1/3

FIG. 1

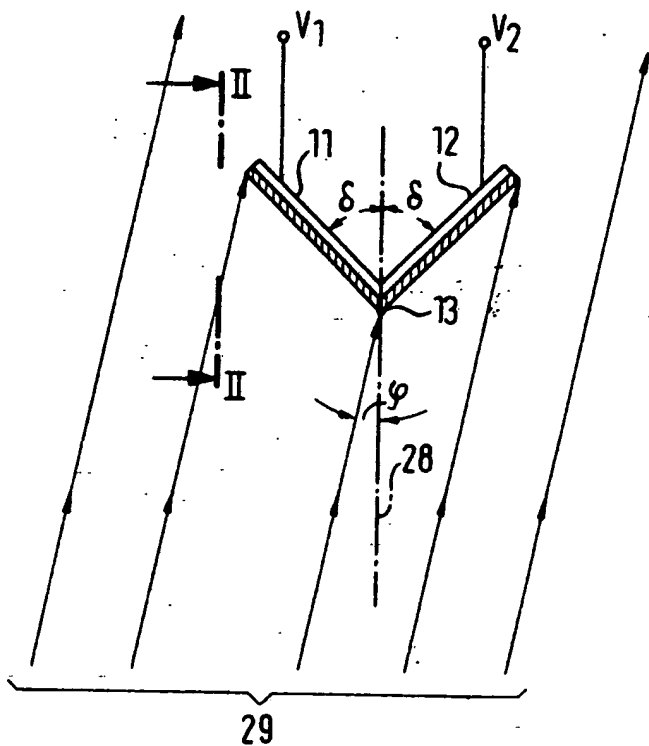


FIG. 2

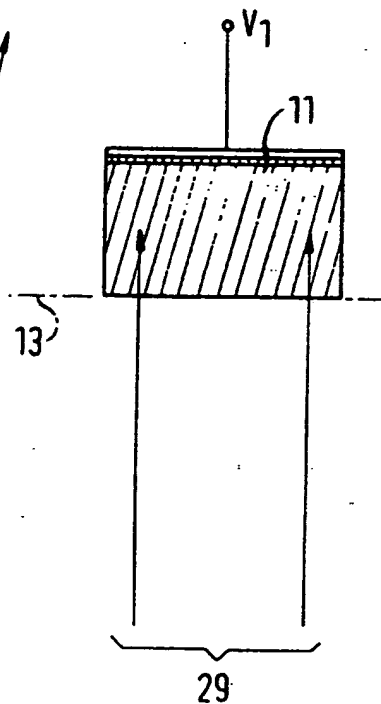


FIG. 3

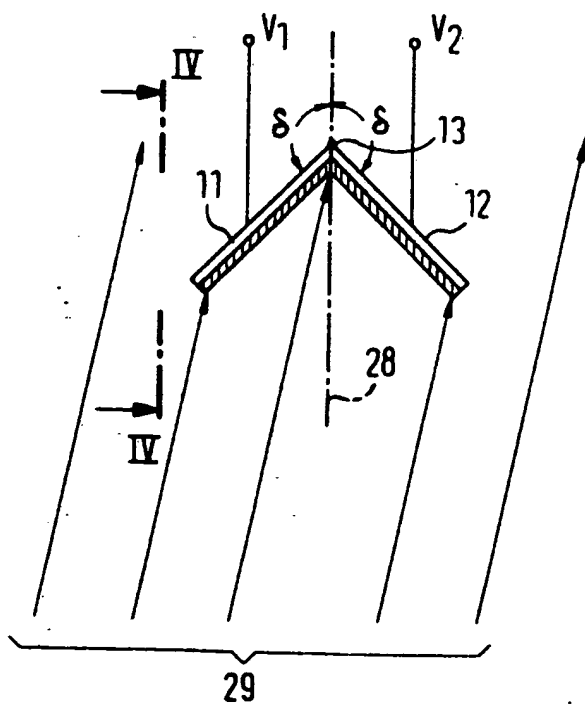


FIG. 4

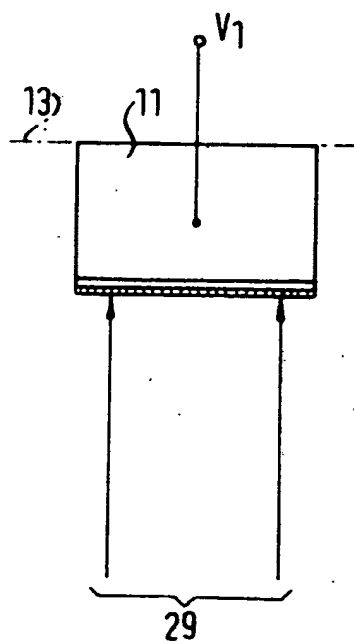


FIG. 5

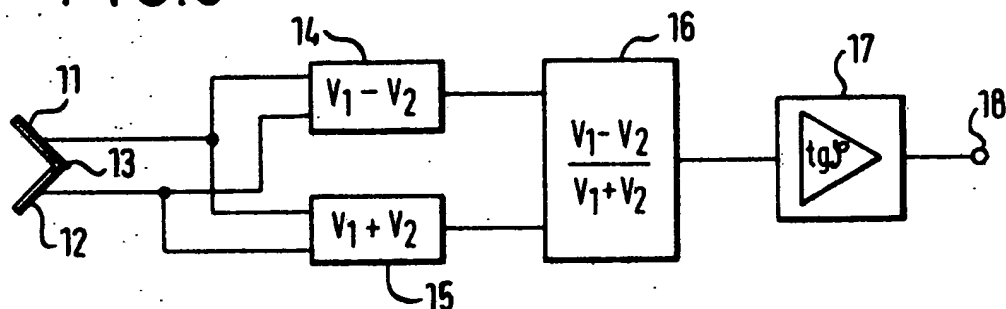


FIG. 6

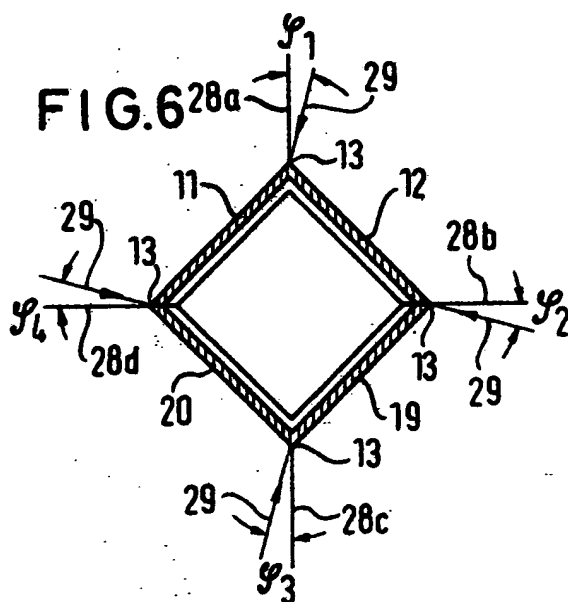


FIG. 7

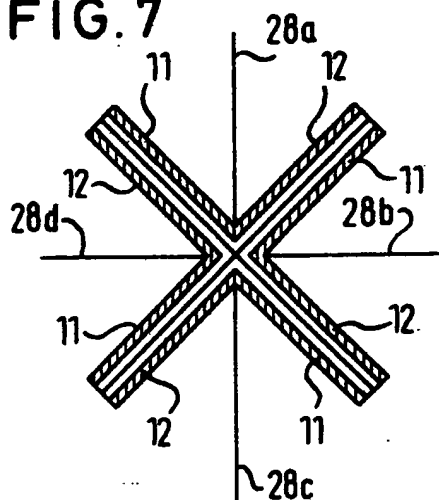


FIG. 8

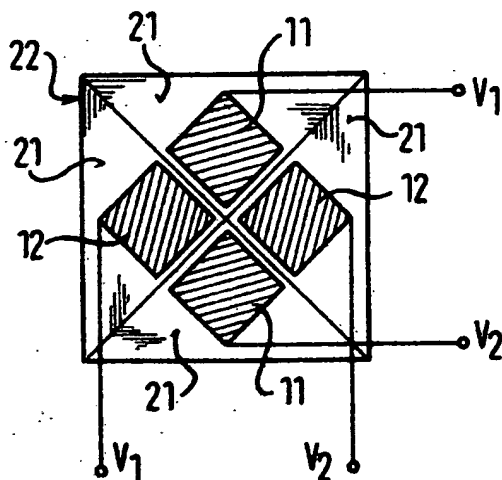


FIG. 9

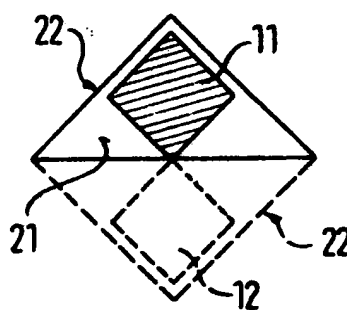


FIG.10

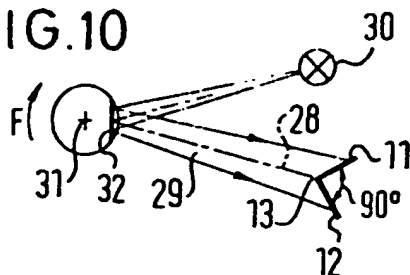


FIG. 11

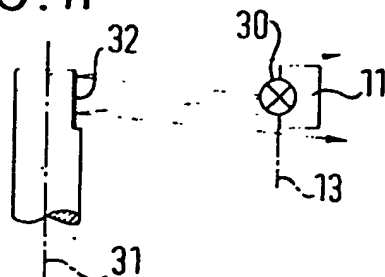


FIG. 12

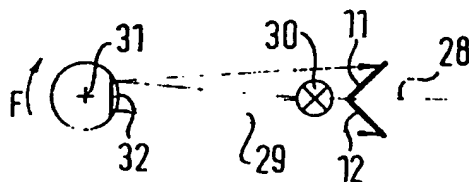


FIG.13

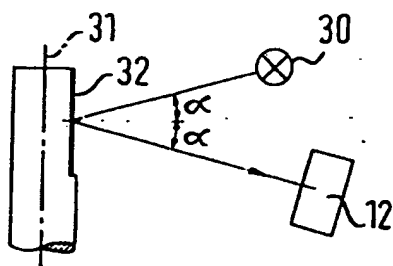


FIG.14

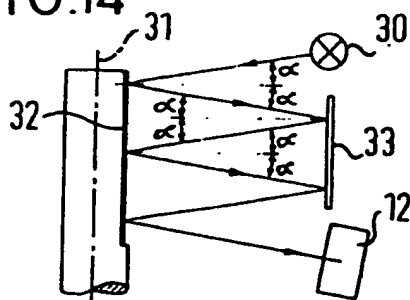


FIG.15

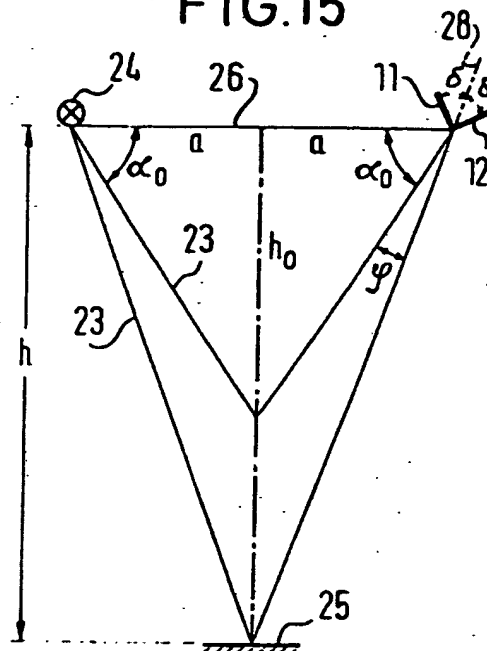


FIG. 16

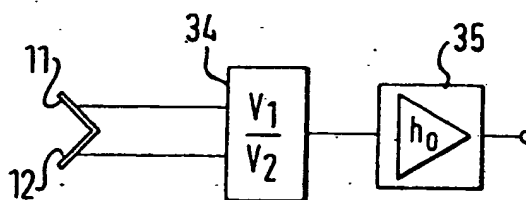
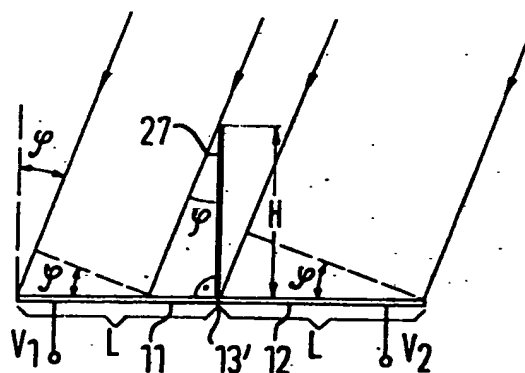


FIG.17



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**